



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Kazuhisa KASHIHARA, et al.

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: HEREWITH

FOR: MANUFACTURING METHOD OF METALLIC FILM TO PLANAR LIGHTWAVE CIRCUIT AND PLANAR LIGHTWAVE CIRCUIT HAVING METALLIC FILM MANUFACTURED BY USING THIS METHOD

REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS

WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2000-068292	March 13, 2000

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
(B) Application Serial No.(s)
 - ☐ are submitted herewith
 - ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Marvin J. Spivak
Registration No. 24,913



22850

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

J1046 U.S. PTO
09/803964
03/13/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 3月13日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-068292

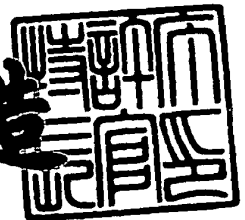
出 願 人
Applicant (s):

古河電気工業株式会社

2000年12月22日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3107131

【書類名】 特許願

【整理番号】 990710

【提出日】 平成12年 3月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/12
C23C 14/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 柏原 一久

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 奈良 一孝

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 根角 昌伸

【特許出願人】

【識別番号】 000005290

【氏名又は名称】 古河電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100093894

【弁理士】

【氏名又は名称】 五十嵐 清

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 000480

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9108379

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 平面光導波回路への金属膜の作製方法およびその方法を用いて作製した金属膜を備えた平面光導波回路

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 平面光導波回路の表面と裏面の少なくとも一方側に作製する金属膜形状とほぼ同一形状の穴を有するマスクを用意し、該マスクの穴を前記金属膜の作製部位に対応させて前記マスクを配置し、該金属膜の作製部位に金属膜を作製することを特徴とする平面光導波回路への金属膜の作製方法。

【請求項 2】 金属膜の作製は、平面光導波回路のアニール処理を施した後に行なうことを特徴とする請求項 1 記載の平面光導波回路への金属膜の作製方法。

【請求項 3】 1 本以上の並設された光入力導波路の出射側に第 1 のスラブ導波路が接続され、該第 1 のスラブ導波路の出射側には該第 1 のスラブ導波路から導出された光を伝搬する互いに異なる長さの複数の並設されたアレイ導波路が接続され、該複数のアレイ導波路の出射側には第 2 のスラブ導波路が接続され、該第 2 のスラブ導波路の出射側には複数の並設された光出力導波路が接続された導波路構成を有するアレイ導波路型回折格子が平面光導波回路と成し、前記第 1 のスラブ導波路と第 2 のスラブ導波路の少なくとも一方がスラブ導波路を通る光の経路と交わる切断面で切断されて分離スラブ導波路と成し、該分離スラブ導波路の少なくとも一方側を前記切断面に沿って移動させるスライド移動部材が請求項 1 又は請求項 2 記載の平面光導波回路への金属膜の作製方法により作製した金属膜を介して平面光導波回路の表面と裏面の少なくとも一方側に固定されていることを特徴とする金属膜を備えた平面光導波回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信等に使用されるアレイ導波路型回折格子等の平面光導波回路への金属膜の作製方法およびその方法を用いて作製した金属膜を備えた平面光導波回路に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、光通信においては、その伝送容量を飛躍的に増加させる方法として、光波長多重通信の研究開発が盛んに行なわれ、実用化が進みつつある。光波長多重通信は、例えば互いに異なる波長を有する複数の光を波長多重化して伝送させるものであり、このような光波長多重通信のシステムにおいては、伝送される複数の光から、光受信側で波長ごとの光を取り出すために、予め定められた波長の光のみを透過する光透過素子等を、システム内に設けることが不可欠である。

【 0 0 0 3 】

光透過素子の一例として、例えば図 7 に示すような、平面光導波回路としてのアレイ導波路型回折格子(AWG ; Arrayed Waveguide Grating)がある。アレイ導波路型回折格子は、シリコン等の基板 1 1 上に、同図に示すような導波路構成を形成したものであり、この導波路構成は、1 本以上の並設された光入力導波路 1 2 の出射側に、第 1 のスラブ導波路 1 3 が接続され、該第 1 のスラブ導波路 1 3 の出射側には、複数の並設されたアレイ導波路 1 4 が接続され、該複数のアレイ導波路 1 4 の出射側には第 2 のスラブ導波路 1 5 が接続され、該第 2 のスラブ導波路 1 5 の出射側には複数の並設された光出力導波路 1 6 が接続されて形成されている。

【 0 0 0 4 】

前記アレイ導波路 1 4 は、第 1 のスラブ導波路 1 3 から導出された光を伝搬するものであり、互いに異なる長さに形成されている。なお、光入力導波路 1 2 や光出力導波路 1 6 は、例えばアレイ導波路型回折格子によって分波される互いに異なる波長の信号光の数に対応させて設けられるものであり、アレイ導波路 1 4 は、通常、例えば 1 0 0 本といったように多数設けられるが、同図においては、図の簡略化のために、これらの各導波路 1 2 , 1 4 , 1 6 の本数を簡略的に示してある。

【 0 0 0 5 】

光入力導波路 1 2 には、例えば送信側の光ファイバが接続されて、波長多重光が導入されるようになっており、光入力導波路 1 2 を通って第 1 のスラブ導波路

1 3 に導入された光は、その回折効果によって広がって複数の各アレイ導波路 1 4 に入射し、各アレイ導波路 1 4 を伝搬する。

【 0 0 0 6 】

この各アレイ導波路 1 4 を伝搬した光は、第 2 のスラブ導波路 1 5 に達し、さらに、光出力導波路 1 6 に集光されて出力されるが、各アレイ導波路 1 4 の長さが互いに異なることから、各アレイ型導波路 1 4 を伝搬した後に個々の光の位相にずれが生じ、このずれ量に応じて集束光の波面が傾き、この傾き角度により集光する位置が決まるため、波長の異なった光の集光位置は互いに異なることになり、その位置に光出力導波路 1 6 を形成することによって、波長の異なった光を各波長ごとに異なる光出力導波路 1 6 から出力できる。

【 0 0 0 7 】

例えば、同図に示すように、1 本の光入力導波路 1 2 から波長 λ_1 , λ_2 , λ_3 , \dots , λ_n (n は 2 以上の整数) の波長多重光を入力させると、これらの光は、第 1 のスラブ導波路 1 3 で広げられ、アレイ導波路 1 4 に到達し、第 2 のスラブ導波路 1 5 を通って、前記の如く、波長によって異なる位置に集光され、互いに異なる光出力導波路 1 6 に入射し、それぞれの光出力導波路 1 6 を通って、光出力導波路 1 6 の出射端から出力される。そして、各光出力導波路 1 6 の出射端に光出力用の光ファイバを接続することにより、この光ファイバを介して、前記各波長の光が取り出される。

【 0 0 0 8 】

このアレイ型導波路回折格子においては、回折格子の波長分解能が回折格子を構成する各アレイ導波路 1 4 の長さの差 (ΔL) に比例するために、 ΔL を大きく設計することにより、従来の回折格子では実現できなかった波長間隔の狭い波長多重光の光合分波が可能となり、高密度の光波長多重通信の実現に必要とされている、複数の信号光の光合分波機能、すなわち、波長間隔が 1 nm 以下の複数の光信号を分波または合波する機能を果たすことができる。

【 0 0 0 9 】

また、上記アレイ導波路回折格子において、各光出力導波路 1 6 から出力される光の光透過特性（アレイ導波路回折格子の透過光強度の波長特性）は、各光透

過中心波長（例えば $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$ ）を中心とし、それぞれの対応する光透過中心波長から波長がずれるにしたがって光透過率が小さくなる光透過特性を示す。

【 0 0 1 0 】

上記各光透過中心波長 λ_0 は、アレイ導波路 1 4 の等価屈折率 n_c と、隣り合うアレイ導波路 1 4 の長さの差 ΔL と、回折次数 m とにより決定され、次式（1）により示されるものであり、したがって、1つの光出力導波路 1 6 について、前記光透過特性を示す波長は1つとは限らず、設定される回折次数によって複数の中心波長が存在しうる。

【 0 0 1 1 】

$$\lambda_0 = n_c \Delta L / m \dots \dots (1)$$

【 0 0 1 2 】

また、アレイ導波路回折格子は、光回路の相反性（可逆性）の原理を利用しているため、光分波器としての機能と共に、光合波器としての機能も有している。すなわち、図 7 とは逆に、各光出力導波路 1 6 から互いに波長が異なる複数の光を入射させると、これらの光は、上記と逆の伝搬経路を通り、アレイ導波路 1 4 によって合波され、1本の光入力導波路 1 2 から出射される。

【 0 0 1 3 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、アレイ導波路型回折格子は、その作製誤差により、光透過中心波長がグリッド波長等の設定波長からずれるので、この光透過中心波長のずれをアニール処理によって補正して設定波長とすることが、特願平 1 0 - 3 4 1 1 4 6 号に提案されている。この提案によれば、例えば 7 0 0℃～8 0 0℃といった高温の予め設定した設定温度雰囲気下にアレイ導波路型回折格子を置き、予め設定した設定時間経過させることにより、前記光透過中心波長のずれを補正することができる。

【 0 0 1 4 】

一方、上記のアレイ導波路回折格子は、元来、石英系ガラス材料を主とするために、この石英系ガラス材料の温度依存性に起因してアレイ導波路 1 4 の等価屈

折率 n_c が変化し、アレイ導波路回折格子の前記光透過中心波長が温度に依存してシフトすることが問題となるので、この温度依存シフト性を抑制できるアレイ導波路回折格子が特願平 1 1 - 3 7 0 4 5 7 号に提案されている。この提案は未だ公開になっていないものであり、この提案のアレイ導波路回折格子の基本構成が図 4 に示されている。

【 0 0 1 5 】

同図に示すアレイ導波路回折格子は、基板 1 1 上に石英系ガラスによって形成された導波路形成領域 1 0 を形成している。導波路形成領域 1 0 は従来例とほぼ同様の導波路構成を有している（図 7 では光入力導波路 1 2 を複数本としたが図 4 では光入力導波路 1 2 を 1 本としている）が、図 4 に示すアレイ導波路回折格子においては、第 1 のスラブ導波路 1 3 が、第 1 のスラブ導波路 1 3 を通る光の経路と交わる切断面 8 で切断分離されている。なお、光入力導波路 1 2 の本数は特に限定されるものではなく、適宜設定されるものである。

【 0 0 1 6 】

切断面 8 は導波路形成領域 1 0 の一端側（図の上端側）から導波路形成領域の途中部にかけて設けられており、この切断面 8 に連通させて、切断面 8 と直交する切断面 1 8 が形成されている。

【 0 0 1 7 】

この提案のアレイ導波路型回折格子は、切断面 8 と切断面 1 8 とによって、導波路形成領域 1 0 を、一方側の分離スラブ導波路 1 3 a を含む第 1 の導波路形成領域 1 0 a と、他方側の分離スラブ導波路 1 3 b を含む第 2 の導波路形成領域 1 0 b とに切断分離しており、導波路形成部 1 0 b の平面形状は L 字形状と成している。

【 0 0 1 8 】

また、第 1 の導波路形成領域 1 0 a と第 2 の導波路形成領域とに跨る態様で、導波路形成領域 1 0 および基板 1 1 よりも熱膨張係数が大きいスライド移動部材 1 7 が設けられており、スライド移動部材 1 7 は、第 1 の導波路形成領域 1 0 a を、切断面 8 に沿って第 2 の導波路形成領域 1 0 b に対して移動させる構成と成している。なお、スライド移動部材 1 7 は、例えば熱膨張係数が 1.65×10

- 5 (1/K) の銅板により形成される。

【 0 0 1 9 】

スライド移動部材 1 7 の下側には、破線の斜線で示す部位に半田 3 0 が設けられ、この半田 3 0 の下側には金属膜 1 が設けられており、金属膜 1 と半田 3 0 とを介して、導波路形成領域 1 0 a, 1 0 b の固定用部位にスライド移動部材 1 7 が固定されている。

【 0 0 2 0 】

この提案のアレイ導波路型回折格子を作製する際、まず、図 5 の (a) に示すように、基板 1 1 上に従来のアレイ導波路型回折格子と同様の導波路構成を有する導波路形成領域 1 0 を形成し、チップ化し (1 つのアレイ導波路型回折格子に分離し)、次に、導波路形成領域 1 0 の表面側に、同図の (b) に示すようなレジストマスク 4 0 の形成を行なう。なお、このレジストマスク 4 0 の形成は、フォトリソグラフィーにより行なうものであり、まず、導波路形成領域 1 0 の表面にレジストを塗布し、このレジストを予め定めた設定パターンに合わせて露光し、その後、現像することにより行なう。

【 0 0 2 1 】

そして、このレジストマスク 4 0 を介して、導波路形成領域 1 0 の表面側に、EB (電子ビーム) 蒸着やスパッタリング等により、同図の (c) に示すように金属膜 1 を形成する。なお、金属膜 1 は半田 3 0 の下地になるものであり、図 6 の (b) に示すような形状に、互いに間隔を介して形成される。その後、リフトオフを行なってレジストマスク 4 0 を溶剤で剥離させ、除去し、図 6 の (a)、(b) に示すように、金属膜 1 の間の A に示す領域内に切断面 1 8 を形成するアレイ導波路型回折格子の一次切断を行う。

【 0 0 2 2 】

次に、金属膜 1 の上に、Sn/Pb (60%/40%) 半田 3 0 (図 6 には図示せず) を配した後、図 5 の (d) に示すように、スライド移動部材 1 7 を配置した状態で半田 3 0 を溶融させることにより、スライド移動部材 1 7 を導波路形成領域 1 0 に半田固定する (ロッド固定工程)。なお、半田 3 0 の溶融は、ホットプレートによって半田 3 0 のチップを溶融することにより行われる。前記金属

膜 1 は、導波路形成領域 1 0 の表面（ガラス面）と半田 3 0 との密着性を上げるために設け、半田 3 0 は金属膜 1 とスライド移動部材 1 7 とを密着させるために設ける。

【 0 0 2 3 】

その後、図 5 の（e）に示すように、ダイシングソー等によってアレイ導波路回折格子の二次切断を行ない、切断面 8 を形成する。切断面 8 は、図 6 の（d）に示すように、第 1 のスラブ導波路 1 3 を通る光の経路に交わるように形成することにより、図 4 に示したようなアレイ導波路型回折格子が形成される。なお、図 6 の（c）の 5 0 は、溝部を示している。

【 0 0 2 4 】

この提案のアレイ導波路型回折格子においては、図 4 に示すように、スライド移動部材 1 7 によって第 1 の導波路形成領域 1 0 a を切断面 8 に沿って矢印 C、D 方向に移動することにより、アレイ導波路回折格子の各光透過中心波長の温度依存性を補償することができる。

【 0 0 2 5 】

しかも、スライド移動部材 1 7 を、第 1 の導波路形成領域 1 0 a と第 2 の導波路形成領域 1 0 b とに跨って設けることによって、導波路形成領域 1 0 a のスライド移動時に、導波路形成領域 1 0 a が前記ベースに対して上方側（XY 平面に垂直な Z 軸方向）に変位しないようにできるし、装置構成を簡略化することができる、装置の低コスト化および製造歩留まりの向上を図ることができる。

【 0 0 2 6 】

この提案のアレイ導波路型回折格子は、上記優れた効果を奏することができるので、本発明者は、このアレイ導波路型回折格子の構成と、前記アニール処理により光透過中心波長ずれを補正する方法とを組み合わせれば、温度によらず、アレイ導波路型回折格子の各光透過中心波長を常にほぼ設定波長とすることができる優れたアレイ導波路型回折格子とすることができると考えた。

【 0 0 2 7 】

しかしながら、図 4 に示した提案のアレイ導波路型回折格子にアニール処理を施すと、前記高温の処理によって金属膜 1 の熔融や酸化劣化が生じるため、上記

組み合わせを実現するためには、アレイ導波路型回折格子の作製において、金属膜 1 の作製前にアニール処理を施す必要があるが、従来は、図 5 の (a) に示した回路構成形成から、同図の (b) に示した金属膜 1 の作製等の工程を経て、同図の (e) に示したアレイ導波路型回折格子の二次切断に至るまで、アレイ導波路型回折格子の作製装置によって一連して各工程を実施していたために、この一連の工程の途中にアニール処理の工程を割り込ませることは難しい。

【 0 0 2 8 】

そして、従来のアレイ導波路型回折格子への金属膜作製工程は、前記の如く、フォトリソグラフィによるレジストマスクの形成、金属膜の蒸着又はスパッタリング、レジストマスクのリフトオフを行なうものであり、これらを自動的に行なう装置の構成は複雑となるために、仮に、図 5 の (a) に示したアレイ導波路型回折格子の回路構成作製後、チップ化、光透過中心波長の測定、アニール処理を行ない、その後、図 5 の (b) で金属膜 1 を作製し、同図の (e) に至るまでの工程を行なえる装置を新たに作ろうとすると、新たに作製する装置コストは非常に高くなる。

【 0 0 2 9 】

したがって、図 4 に示した提案のアレイ導波路型回折格子の構成と、前記アニール処理により光透過中心波長ずれを補正する方法とを組み合わせるために、本発明者は、装置コストが安く、簡単な操作で金属膜を作製できる金属膜作製方法を提案し、アニール処理と組み合わせることにより、温度によらず、アレイ導波路型回折格子の各光透過中心波長を常に設定波長とすることができるアレイ導波路型回折格子を提案することが重要であると考えた。

【 0 0 3 0 】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、温度によらず光透過中心波長を常に設定波長にすることが可能なアレイ導波路型回折格子等の平面光導波回路を作製できるようにする、平面光導波回路への金属膜の作製方法およびその方法を用いて作製した金属膜を備えた平面光導波回路を提供することにある。

【 0 0 3 1 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は次のような構成をもって課題を解決するための手段としている。すなわち、平面光導波回路への金属膜の作製方法の第1の発明は、平面光導波回路の表面と裏面の少なくとも一方側に作製する金属膜形状とほぼ同一形状の穴を有するマスクを用意し、該マスクの穴を前記金属膜の作製部位に対応させて前記マスクを配置し、該金属膜の作製部位に金属膜を作製する構成をもって課題を解決する手段としている。

【0032】

また、平面光導波回路への金属膜の作製方法の第2の発明は、上記第1の発明の構成に加え、前記金属膜の作製は、平面光導波回路のアニール処理を施した後に行なう構成をもって課題を解決する手段としている。

【0033】

さらに、平面光導波回路への金属膜の作製方法を用いて作製した金属膜を備えた平面光導波回路は、1本以上の並設された光入力導波路の出射側に第1のスラブ導波路が接続され、該第1のスラブ導波路の出射側には該第1のスラブ導波路から導出された光を伝搬する互いに異なる長さの複数の並設されたアレイ導波路が接続され、該複数のアレイ導波路の出射側には第2のスラブ導波路が接続され、該第2のスラブ導波路の出射側には複数の並設された光出力導波路が接続された導波路構成を有するアレイ導波路型回折格子が平面光導波回路と成し、前記第1のスラブ導波路と第2のスラブ導波路の少なくとも一方がスラブ導波路を通る光の経路と交わる切断面で切断されて分離スラブ導波路と成し、該分離スラブ導波路の少なくとも一方側を前記切断面に沿って移動させるスライド移動部材が平面光導波回路への金属膜の作製方法の第1又は第2の発明により作製した金属膜を介して平面光導波回路の表面と裏面の少なくとも一方側に固定されている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0034】

上記構成の本発明の平面光導波回路への金属膜の作製方法は、従来の金属膜作製方法のように、フォトリソグラフィによるレジストマスクの形成やレジストマスクのリフトオフといった煩雑な操作を必要とせず、作製する金属膜形状とほ

ば同一形状の穴を有する（予め形成してある）マスクを用意し、該マスクの穴を前記金属膜の作製部位に対応させて前記マスクを配置し、該金属膜の作製部位に金属膜を作製するといった簡単な操作であるため、この操作を行なう装置構成も簡単になり、装置コストも安くできる。

【 0 0 3 5 】

そして、この金属膜作製を前記アニール処理後に行なうようにし、金属膜作製後に、金属膜を介してアレイ導波路型回折格子の光透過中心波長の温度依存性を抑制可能なスライド移動部材をアレイ導波路型回折格子の表面と裏面の少なくとも一方に固定すれば、温度によらず、アレイ導波路型回折格子の各光透過中心波長を常にほぼ設定波長とすることができるアレイ導波路型回折格子を提案することが可能となる。

【 0 0 3 6 】

また、アレイ導波路型回折格子以外の平面光導波回路においても、上記アニール処理と金属膜作製を組み合わせることで適宜の装置を形成することが可能となる。

【 0 0 3 7 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。なお、本実施形態例の説明において、従来例と同一名称部分には同一符号を付し、その重複説明は省略する。図 1 には、本発明に係る平面光導波回路への金属膜の作製方法の一実施形態例を適用したアレイ導波路型回折格子の作製工程が示されている。また、図 2 には、図 1 の作製工程にて作製したアレイ導波路型回折格子の構成が平面図により示されている。

【 0 0 3 8 】

図 2 に示すアレイ導波路型回折格子は、図 4 に示した提案のアレイ導波路型回折格子とほぼ同様に構成されているが、図 2 に示すアレイ導波路型回折格子は、基板 1 1 および導波路形成領域 1 0 に、光透過波長の中心波長を設定波長に補正するアニール処理を施してあり、アレイ導波路型回折格子の作製誤差による光透過中心波長の設定波長（例えばグリッド波長）からのずれを殆ど零としている。

【 0 0 3 9 】

以下、図 1 および図 2、6 に基づいて、本実施形態例の金属膜の作製方法を適用したアレイ導波路型回折格子の作製工程を説明する。まず、図 1 の (a) に示すように、基板 1 1 上に従来のアレイ導波路型回折格子と同様の導波路構成 (図 7 参照) を有する導波路形成領域 1 0 を形成し、チップ化する。次に、図 1 の (b) に示す工程にて、アレイ導波路型回折格子の光透過中心波長を周知の測定方法によって測定する。

【 0 0 4 0 】

次に、この測定結果に基づき、前記光透過中心波長の設定波長からのずれを補正するために、同図の (c) に示すように、アレイ導波路型回折格子のチップのアニール処理を行なう。

【 0 0 4 1 】

その後、アレイ導波路型回折格子のチップを例えば常温に戻し、同図の (d) に示すように、作製する金属膜形状とほぼ同一形状の穴 2 を有する (予め形成してある) マスク (マスクジグ) 3 の穴 2 を金属膜の作製部位に対応させて、マスク 3 を配置し、金属膜作製部位に金属膜 1 を蒸着等により作製する。金属膜 1 の作製後、マスク 3 は取り外す。

【 0 0 4 2 】

なお、マスク 3 は、同図に示すように、アレイ導波路型回折格子の導波路形成領域 1 0 の表面側を覆う上板部 4 とアレイ導波路型回折格子の側面がわを覆う側板部 5 とを有する形状にすると、チップをマスク (マスクジグ) 3 に入れることにより、金属膜作製部位の位置決めが簡単にできる。さらに、マスク 3 を基板用のウェハと同一形状にしておくことにより、従来使用していた装置にそのまま取り付けることができ、マスク 3 を取り付けるための治具などを新たに作製する必要がなく、金属膜 1 を作製しやすい。また、アレイ導波路型回折格子のチップの取り外しも、単に、マスク 3 を装置から取り外し、マスク 3 の中からチップを取り出す (またはアレイ導波路型回折格子のチップの位置を他に移す) だけでよい。ため、非常に簡単に行なえる。

【 0 0 4 3 】

また、本実施形態例では、マスク 3 をテフロン板により形成しており、このよ

うにテフロンの板を用いることにより、金属膜 1 の作製後にマスク 3 の取り外してマスク 3 を洗浄し、マスク 3 を再利用できる。

【 0 0 4 4 】

次に、同図の (e) で導波路形成領域 1 0 と基板 1 1 の一次切断を行なう。なお、この一次切断は、図 6 の (a)、(b) に示したような、金属膜 1 の間の A に示す領域内に切断面 1 8 を形成するものである。その後、図 1 の (f)、(g) の工程にて、図 5 の (d)、(e) と同様に、スライド移動部材 1 7 の固定 (ロッド固定) および二次切断を行なう。

【 0 0 4 5 】

そして、図 2 に示すように、光入力導波路 1 2 側に、光ファイバ配列具 2 1 に固定された光ファイバ 2 3 を接続 (ボンディング) し、光出力導波路 1 5 側に、光ファイバアレイ 2 2 に固定された光ファイバテープ 2 4 を接続 (ボンディング) し、図 2 に示したアレイ導波路型回折格子を完成する。

【 0 0 4 6 】

なお、図 2 において、第 1 の導波路形成領域 1 0 a と第 2 の導波路形成領域 1 0 b は間隔を介して配置されており、例えば、同図に示す A 部の間隔 (切断面 1 8 同士の間隔) は $100\mu\text{m}$ 程度であり、同図に示す B 部の間隔 (切断面 8 同士の間隔) は $25\mu\text{m}$ 程度である。

【 0 0 4 7 】

また、金属膜 1 には、Cr/Cu を、それぞれ順に、 $0.1/0.5$ (単位は μm)、Cr/Ti/Pt/Au を、それぞれ順に、 $0.1/0.1/0.1/0.6$ (単位は μm) ずつ積層して形成したものや、Ti/Pt/Au を、それぞれ順に、 $0.1/0.1/0.6$ (単位は μm) ずつ積層して形成したものを適用した。

【 0 0 4 8 】

本実施形態例によれば、従来の金属膜作製方法のように、フォトリソグラフィによるレジストマスクの形成やレジストマスクのリフトオフといった煩雑な操作を必要とせず、作製する金属膜形状とほぼ同一形状の穴を有する 3 マスクを用意し、該マスク 3 の穴を金属膜作製部位に対応させてマスク 3 を配置し、金属膜

作製部位に金属膜 1 を作製するといった簡単な操作であり、金属膜 1 の作製後はマスク 3 を装置から取り外し、マスク 3 の中からチップを取り出すだけでよいため、これらの操作を行なう装置構成も簡単になり、装置コストも安くできる。

【 0 0 4 9 】

したがって、上記金属膜 1 の作製を前記アニール処理後に行なうようにし、金属膜作製後に、金属膜 1 を介して、スライド移動部材 1 7 を第 1 の導波路形成領域 1 0 a と第 2 の導波路形成領域 1 0 b とに跨る態様で設けることにより、温度によらず、アレイ導波路型回折格子の各光透過中心波長を常にほぼ設定波長とすることができるアレイ導波路型回折格子を非常に簡単に、低コストで作製できる。

【 0 0 5 0 】

なお、本発明は上記実施形態例に限定されることはなく、様々な実施の態様を採り得る。例えば、上記実施形態例では、マスク 3 をテフロン製の板により形成したが、マスク 3 の形成材料などは特に限定されるものではなく、適宜設定されるものである。ただし、マスク 3 をテフロン製の板により形成すると、穴 2 の加工や、金属膜 1 の作製後のマスク 3 の洗浄を容易に行なうことができる。

【 0 0 5 1 】

また、図 2 に示したアレイ導波路型回折格子の作製工程において、半田 3 0 のチップを用いる代わりに、半田 3 0 を金属膜 1 と同様に、マスク 3 を用いて E B 蒸着や抵抗加熱蒸着等によって形成してもよい。この場合、図 1 の (a) 、 (b) に示した工程の後、図 3 の (a) 、 (b) に示すように、図 1 の (c) 、 (d) と同様に、アレイ導波路型回折格子のアニール処理後に金属膜 1 を作製し、その後、図 3 の (c) に示すように、マスク 3 を用いて半田 3 0 を形成する。

【 0 0 5 2 】

その後、図 1 の (e) 、 (f) 、 (g) と同様に、図 3 の (d) 、 (e) 、 (f) の工程を行ない、図 2 に示した光ファイバ配列具 2 1 、光ファイバアレイ 2 3 を接続すれば、図 2 に示したアレイ導波路型回折格子が完成する。

【 0 0 5 3 】

さらに、本発明の平面光導波回路への金属膜の作製方法により形成する金属膜

1の種類や、膜形状、大きさなどは特に限定されるものではなく、適宜設定されるものであり、作製する金属膜形状とほぼ同一形状の穴を有するマスク3を用いて、様々な金属膜1の作製を行なうことができる。また、金属膜1の作製位置は、平面光導波回路の表面側に限定されるものではなく、平面光導波回路の表面側と裏面側の少なくとも一方に形成すればよい。

【0054】

さらに、図2においては、アレイ導波路型回折格子の表面側の導波路形成領域10側に金属膜1を形成したが、アレイ導波路型回折格子の裏面側（基板11の裏面側）に金属膜1を形成してもよい。

【0055】

さらに、本発明の平面光導波回路への金属膜の作製方法を用いて作製した金属膜を備えた平面光導波回路（アレイ導波路型回折格子）は、必ずしも図2に示したように、金属膜1を介してスライド移動部材17を導波路形成領域10aと導波路形成領域10bとに跨らせて設けるとは限らず、例えばアレイ導波路型回折格子のベースを設け、該ベースにスライド移動部材17の一端側を固定し、スライド移動部材17の他端側を、金属膜1を介してアレイ導波路型回折格子の表面側と裏面側の少なくとも一方に固定したものでもよい。

【0056】

【発明の効果】

本発明の平面光導波回路への金属膜の作製方法は、従来の金属膜作製方法のように、フォトリソグラフィによるレジストマスクの形成やレジストマスクのリフトオフといった煩雑な操作を必要とせず、作製する金属膜形状とほぼ同一形状の穴を有するマスクを用いた簡単な操作により作製できる方法であるため、この操作を行なう装置構成も簡単になり、装置コストも安くできる。

【0057】

そして、この金属膜作製を前記アニール処理後に行なうようにし、金属膜作製後に、金属膜を介してアレイ導波路型回折格子の光透過中心波長の温度依存性を補正可能なスライド移動部材をアレイ導波路型回折格子の表面と裏面の少なくとも一方に固定すれば、温度によらず、アレイ導波路型回折格子の各光透過中心波

長を常にほぼ設定波長とすることができるアレイ導波路型回折格子を、容易に、かつ、低作製コストで歩留まり良く提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る平面光導波回路への金属膜の作製方法の一実施形態例を適用したアレイ導波路型回折格子の作製工程例を示す説明図である。

【図 2】

図 1 に示した工程により作製されるアレイ導波路型回折格子を平面図により示す要部構成図である。

【図 3】

図 2 のアレイ導波路型回折格子の他の作製工程例を示す説明図である。

【図 4】

光透過中心波長の温度依存性を低減可能なアレイ導波路型回折格子の構成例を示す説明図である。

【図 5】

図 4 に示すアレイ導波路型回折格子の従来の作製工程例を示す説明図である。

【図 6】

アレイ導波路型回折格子の一次切断（a）と二次切断（b）の説明図である。

【図 7】

従来のアレイ導波路型回折格子の構成例をその動作と共に示す説明図である。

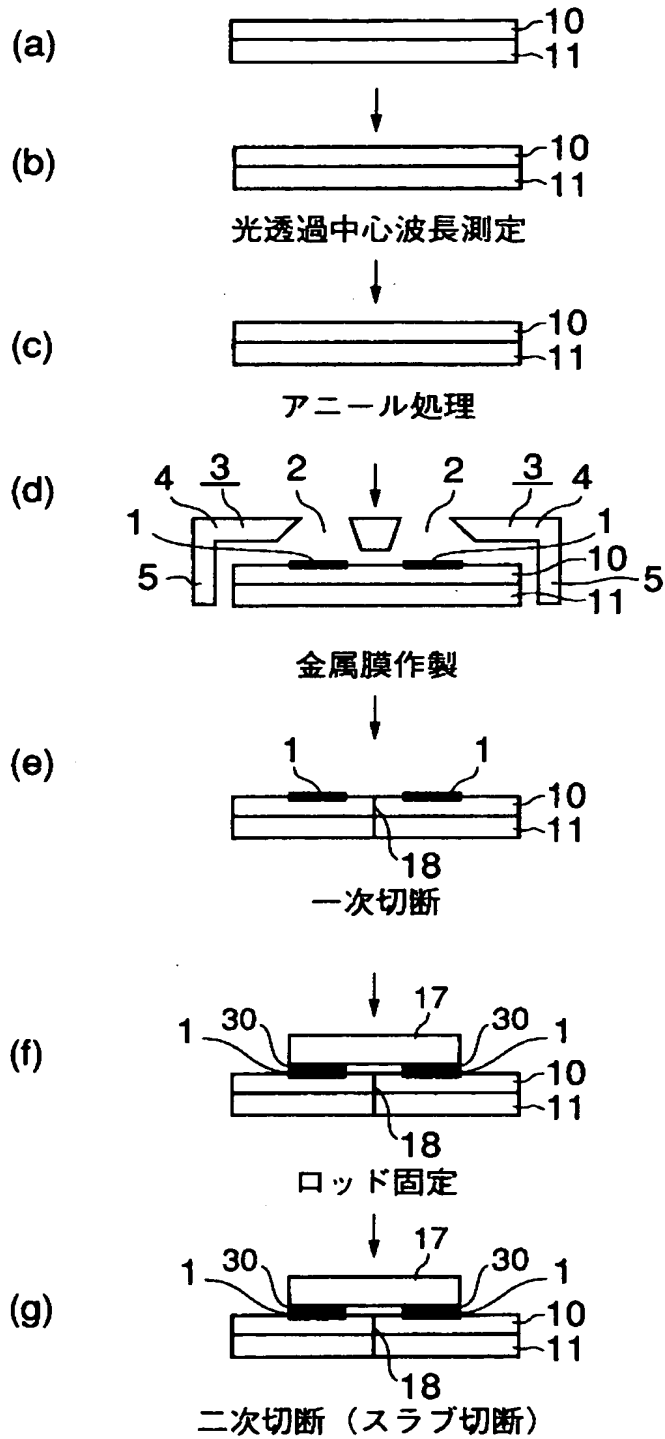
【符号の説明】

- 1 金属膜
- 2 穴
- 3 マスク
- 4 上板部
- 5 側板部
- 8 切断面
- 10 導波路形成領域
- 11 基板

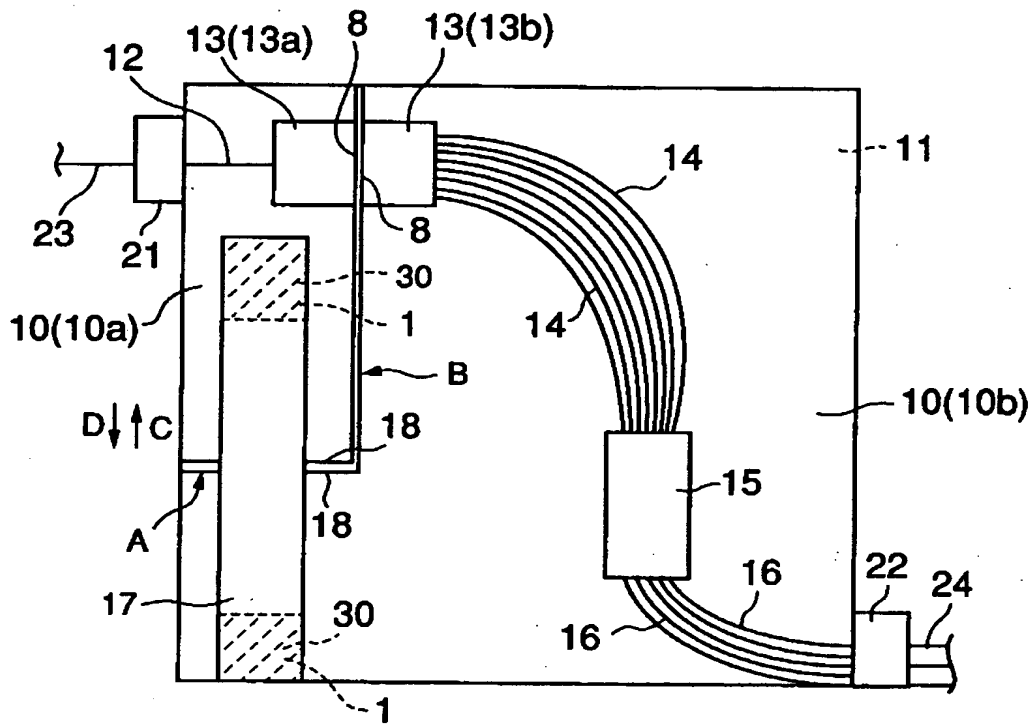
- 1 2 光入力導波路
- 1 3 第 1 のスラブ導波路
- 1 4 アレイ導波路
- 1 5 第 2 のスラブ導波路
- 1 6 光出力導波路
- 1 7 スライド移動部材

【書類名】 図面

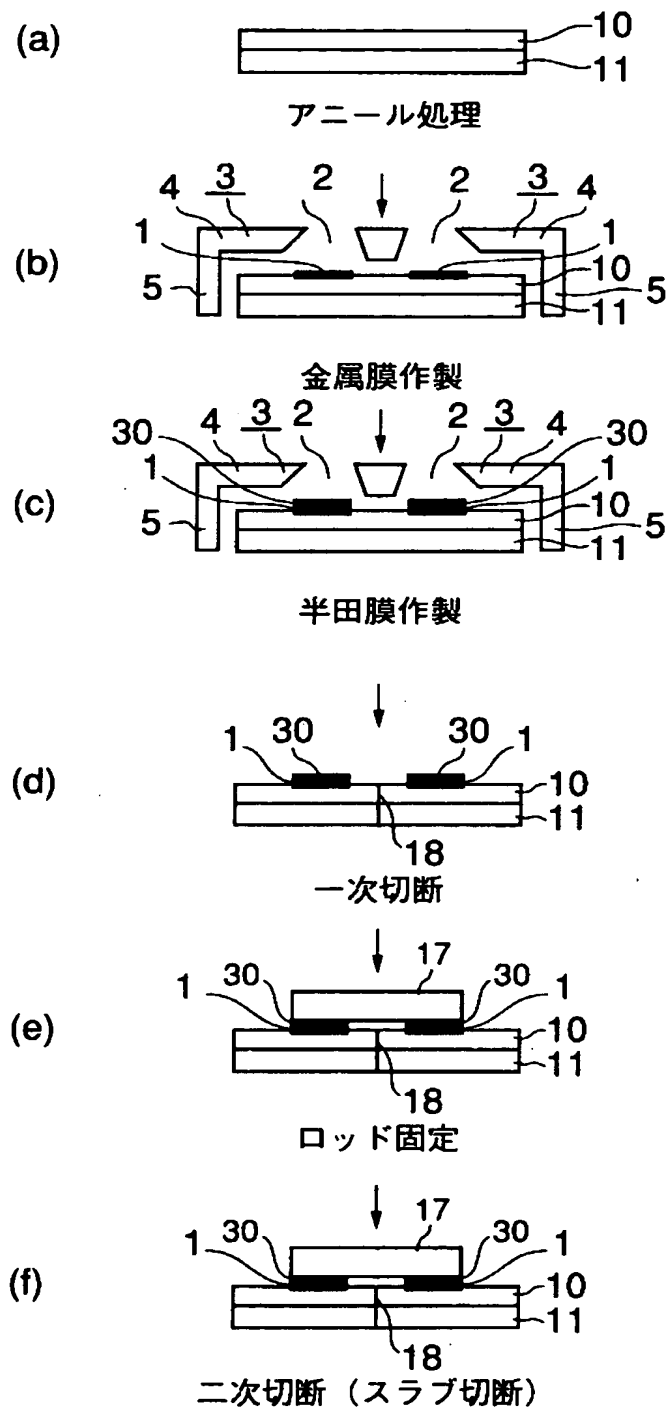
【図 1】



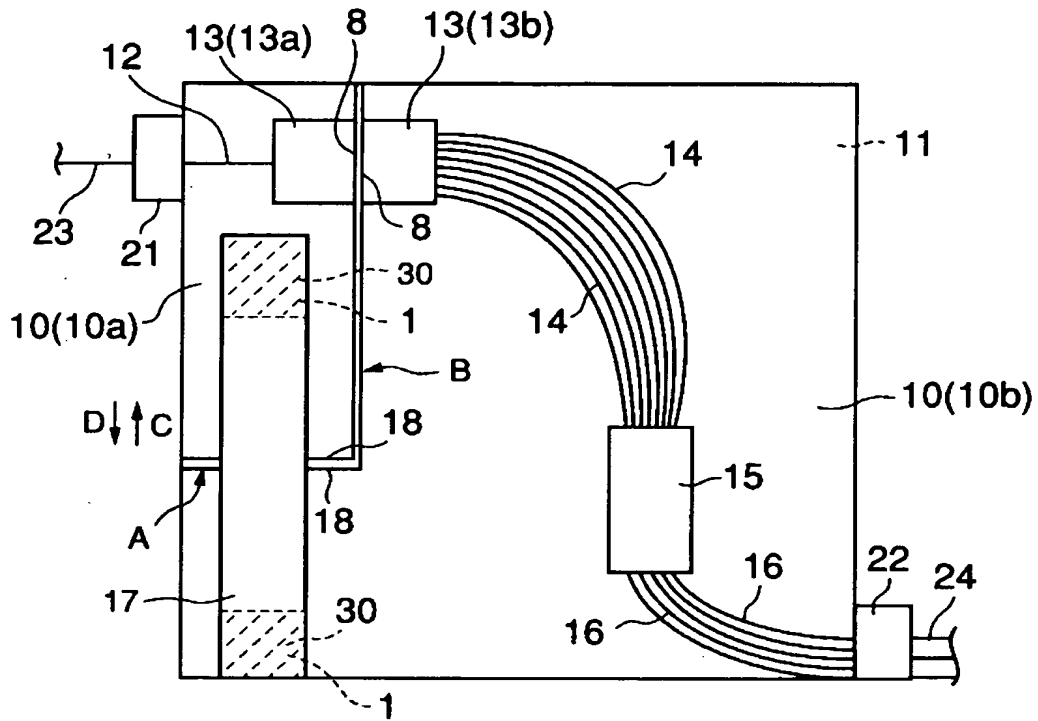
【図 2】



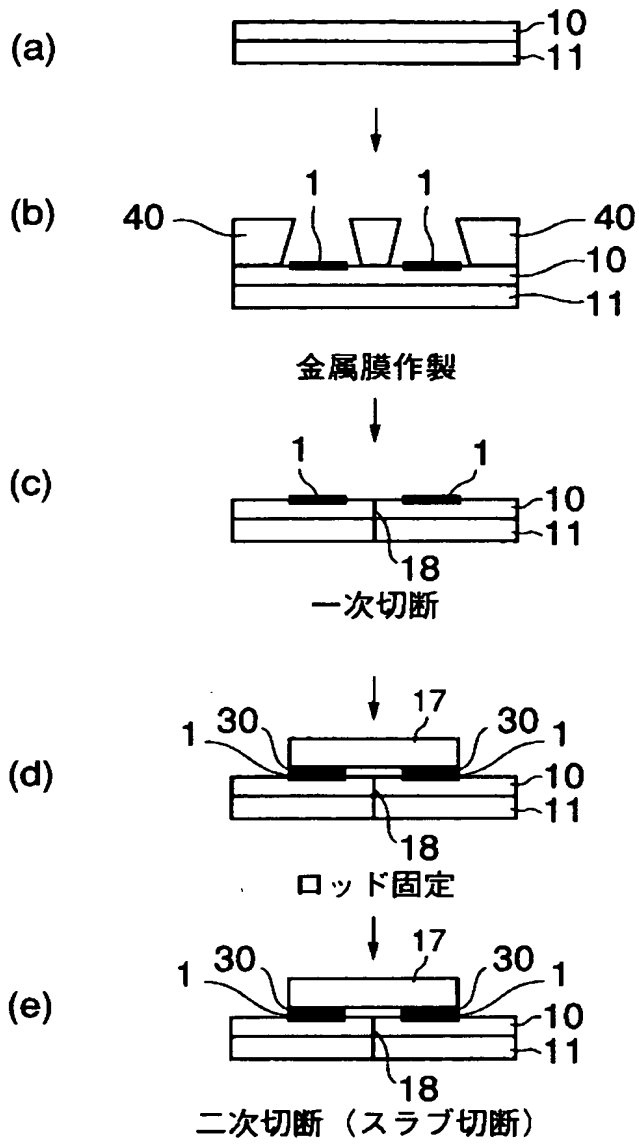
【図 3】



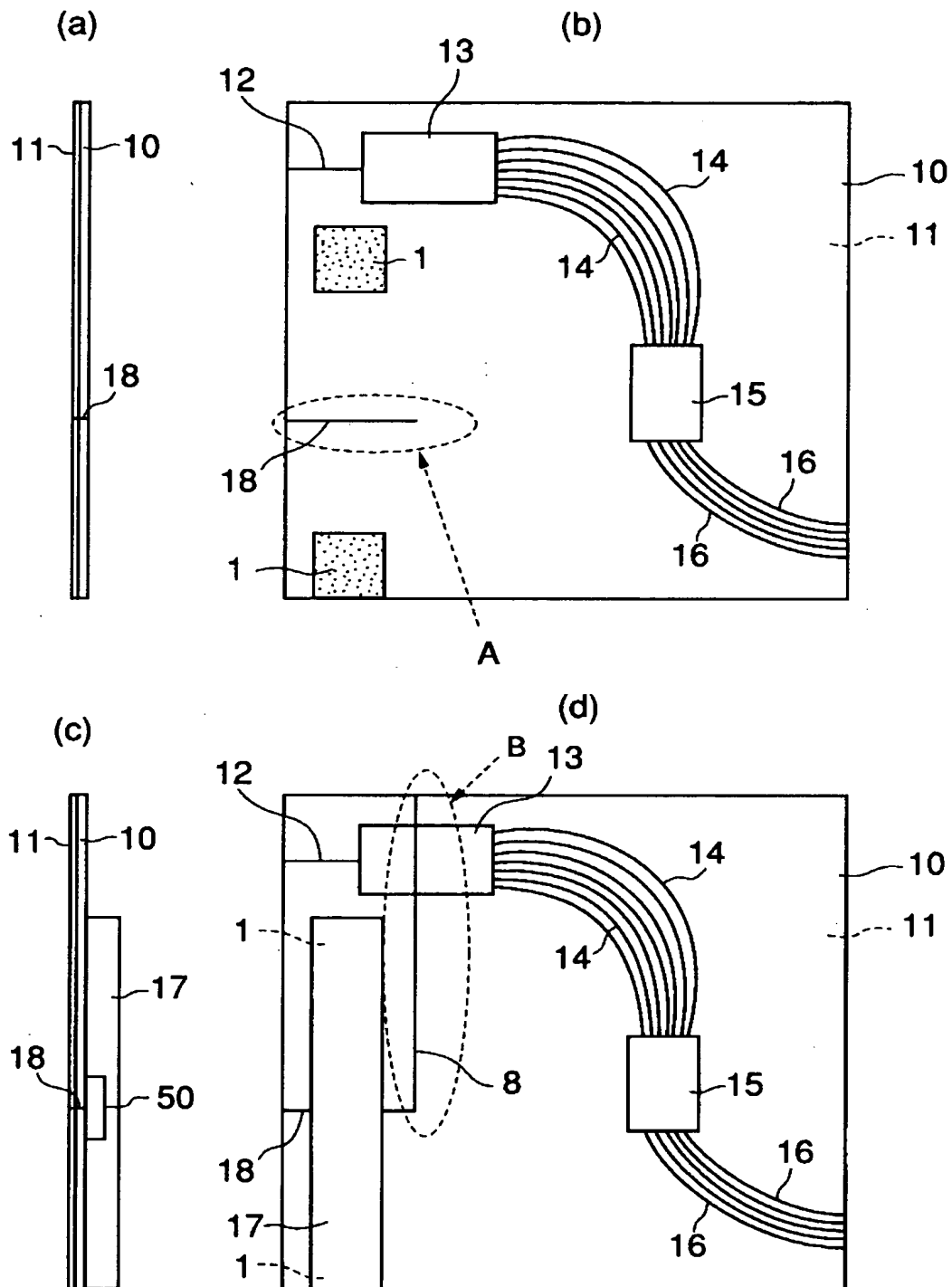
【図 4】



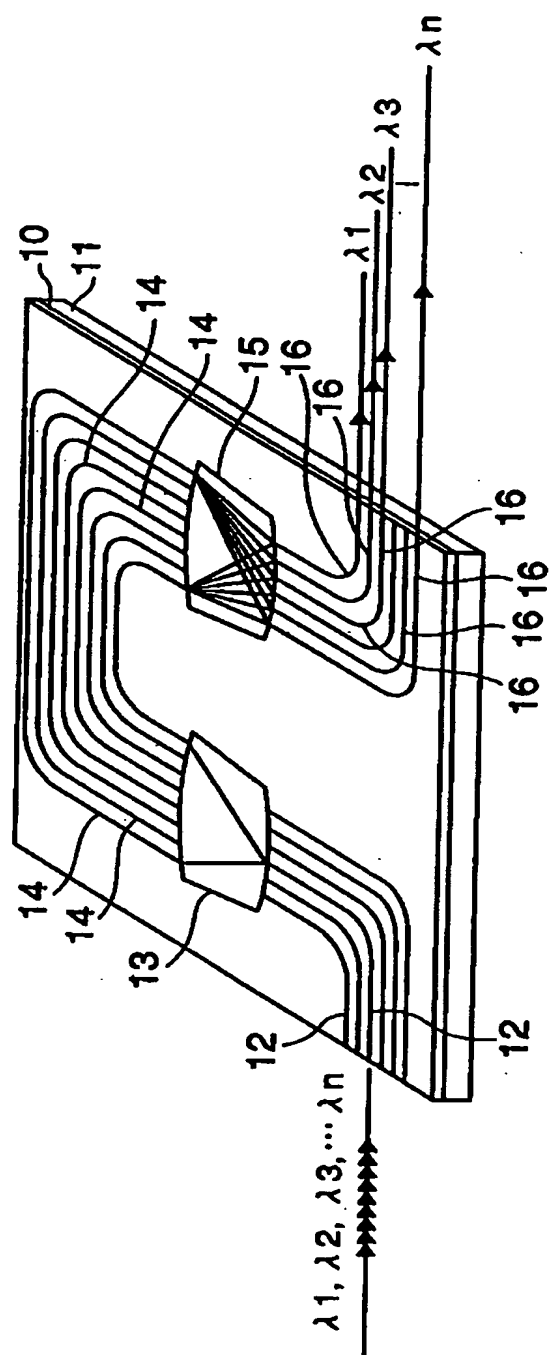
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 温度によらず、各光透過中心波長を常に設定波長とすることができるアレイ導波路型回折格子を作製するための、簡単な金属膜作製方法を提案し、この方法を用いてアレイ導波路型回折格子を作製する。

【解決手段】 図 1 (a) で基板 1 1 上に導波路形成領域 1 0 を形成した回路の光透過中心波長を図 1 (b) で測定し、光透過中心波長の設定波長からのずれを図 1 (c) のアニール処理により補正し、図 1 (d) で、作製する金属膜形状とほぼ同一形状の穴 2 を有するマスク 3 の穴 2 を金属膜作製部位に対応させてマスク 3 を配置し、蒸着等により金属膜 1 を作製する。図 1 (e) の一次切断を経て、図 1 (f) で金属膜 1 と半田 3 0 を介してスライド移動部材 1 7 を固定し、図 1 (g) で二次切断を行ない、導波路形成領域 1 0 を切断分離する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 2 9 0]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 9 日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号
氏 名 古河電気工業株式会社